

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-133235

(43)Date of publication of application : 22.05.1998

(51)Int.Cl.

G02F 1/136

H01L 21/28

H01L 29/861

(21)Application number : 08-292751

(71)Applicant : CITIZEN WATCH CO LTD

(22)Date of filing : 05.11.1996

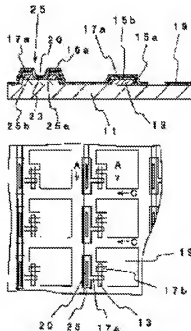
(72)Inventor : IDE MASASHI
AKIBA YUICHI
NAGASHIMA TAKAYUKI

(54) WIRING BOARD AND ITS PRODUCTION

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a liquid crystal display device provided with thinfilm diodes having a high driving capability and signal electrodes of low specific resistance by providing the device with signal electrodes having metallic layers and insulator layers consisting of anodically oxidized films.

SOLUTION: This liquid crystal display device has the signal electrodes 25 having the first metallic layers 25a on an insulative substrate 1 side, the second metallic layers 25b formed thereon and the first insulator layers 16 consisting of the anodically oxidized films formed thereon. The second metallic layers 25b and the insulator layers 16 have apertures 20. The exposed parts 23 of the first metallic layers 25a in the apertures 20 and the first upper electrodes 17a of the thin-film diodes are connected. As a result, the contact resistance of the signal electrodes 25 and the first upper electrodes 17a of the thin-film diodes may be lowered and the electric resistance of the wiring parts may be lowered. The lower oxide of ITO is hardly formed at the boundary between both in the connection of the signal electrodes 25 and the first upper electrodes 17a of the thin-film diodes and, therefore, adhesive power is increased.



【特許請求の範囲】

【請求項1】 絶縁基板上に形成されて液晶セルを駆動する薄層ダイオードを備え、前記絶縁性基板に接して配線が形成された液晶表示装置の配線基板であって、信号電極と、前記信号電極から離間し島状の下部電極と下部電極の表面に形成する陽極酸化膜からなる絶縁体層と前記絶縁体層を介して下部電極と重なるように形成する第1の上部電極と第2の上部電極とを有する薄層ダイオードとを有する配線基板において、

前記絶縁性基板側の第1の金属層と前記第1の金属層の上に形成される第2の金属層と前記第2の金属層の上に形成される陽極酸化膜からなる第1の絶縁体層とを有する信号電極を備え、前記第2の金属層と前記第1の絶縁体層とが開口部を有し、かつ前記開口部における第1の金属層の露出部と前記薄層ダイオードの第1の上部電極とが接続されていることを特徴とする配線基板。

【請求項2】 窒素ドーパントからなる信号電極の第1の金属層と、窒素ドーパントからなる薄層ダイオードの下部電極とを有することを特徴とする請求項1記載の配線基板。

【請求項3】 窒素ドーパントからなる信号電極の第1の金属層と、不純物を含まないタンタルからなる信号電極の第2の金属層と、窒素ドーパントからなる薄層ダイオードの下部電極とを有することを特徴とする請求項1記載の配線基板。

【請求項4】 窒素ドーパントからなる信号電極の第1の金属層と、不純物を含まないタンタルからなる信号電極の第2の金属層と、窒素ドーパントからなる薄層ダイオードの下部電極と、前記下部電極の上面に形成する陽極酸化膜からなる第2絶縁体層と、酸化インジウムスズからなる第1の上部電極と、酸化インジウムスズからなる第2の上部電極とを有することを特徴とする請求項1記載の配線基板。

【請求項5】 信号電極と、前記信号電極から離間し島状の下部電極と下部電極の表面に形成する陽極酸化膜からなる絶縁体層と前記絶縁体層を介して下部電極と重なるように形成する第1の上部電極と第2の上部電極とを有する薄層ダイオードとを有する液晶表示装置の配線基板の製造方法において、

絶縁性基板上に第1の金属層を形成する工程と、前記第1の金属層の表面に第2の金属層を形成する工程と、前記第2の金属層の表面にフォトレジストを形成しフォトリソグラフィ処理によりフォトレジストをパターン形成する工程と、パターン形成したフォトレジストをエッチングマスクに用いて前記第1の金属層と前記第2の金属層をエッチングする工程と、前記第1の金属層と前記第2の金属層との表面を露出するように陽極酸化法によって陽極酸化膜からなる第1の絶縁体層を形成する工程と、前記第1の絶縁体層の表面にフォトレジストを形成しフォトリソグラフィ処理によりフォトレジストをパターン形

成する工程と、パターン形成したフォトレジストをエッチングマスクに用いて前記第1の絶縁体層と前記第2の金属層をエッチングすることによって前記第1の金属層の一部を露出させることによって第1の金属層からなる薄層ダイオードの下部電極を形成し第1の金属層と開口部を有する第2の金属層と開口部を有する第1の絶縁体層とで構成される信号電極を形成する工程と、前記信号電極の表面にフォトレジストを形成しフォトリソグラフィ処理によりフォトレジストをパターン形成する工程と、前記下部電極において露出した第1の金属層の表面に陽極酸化法によって陽極酸化膜からなる第2の絶縁体層を形成する工程と、前記信号電極材料を露出した第1の金属層と第2の金属層と前記第1の絶縁体層と前記下部電極における前記第1の絶縁体層と前記第2の絶縁体層とを露出するように上部電極材料を形成し、上部電極材料上にフォトレジストを形成しフォトリソグラフィ処理によりフォトレジストをパターン形成する工程と、パターン形成したフォトレジストをエッチングマスクに用いて上部電極材料をエッチングすることによって第1の上部電極と第2の上部電極とを形成するとともに前記信号電極の露出した第1の金属層と前記第1の上部電極とを接続させる工程と、前記薄層ダイオードの下部電極と前記信号電極とをパターンニングして分離する工程とを有することを特徴とする配線基板の製造方法。

【請求項6】 前記第1の金属層が窒素ドーパントからなり、第2の金属層が不純物を含まないタンタルからなり、上部電極材料が酸化インジウムスズからなることを特徴とする請求項5に記載の配線基板の製造方法。

【請求項7】 前記第2の絶縁体層を形成する工程の直後に真空中での加熱処理工程を有することを特徴とする請求項5、あるいは請求項6に記載の配線基板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、配線基板及びその製造方法に関し、更に詳しくは液晶を駆動するアクティブ素子としての薄層ダイオードを備えたアクティブマトリクス型液晶表示装置の配線基板及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 液晶表示装置は実用化が進み、現在では高品位な表示画質が得られるアクティブマトリクス方式の液晶表示装置が主流になりつつある。

【0003】 ここでアクティブマトリクス方式とは、マトリクス状に設ける画素電極ごとに薄層トランジスタ（TFT）や、金属—陽極酸化膜—金属あるいは金属—陽極酸化膜—透明導電層構造の薄層ダイオード（TD）からなる非線形抵抗素子をスイッチング素子として用いるものである。

【0004】そして薄膜ダイオードをスイッチング素子として適用する液晶表示装置は、この薄膜ダイオードの非線形な電圧-電流特性を用い、この薄膜ダイオード素子に直列に接続する液晶層をスイッチして表示を行うものである。

【0005】図17は従来例における薄膜ダイオードを用いる液晶表示装置の配線基板を示す模式拡大図である。図18は図17のB-E線における断面形状を示す模式拡大図である。図19、図20は図17のD-D線における断面形状を示す模式拡大図である。以下図1

7、図18、図19、図20を交互に用いて従来例における配線基板の構造を説明する。

【0006】図17、図18及び図19に示すように、ガラスからなる絶縁性基板31上にタンタルからなる信号電極の第1層35が形成され、前記信号電極の第1層35から離間し島状の下部電極32がマトリクス状に配設されている。更に前記下部電極32を覆うように酸化タンタルからなる絶縁体層33が形成され、前記絶縁体層33を介して前記下部電極32と重なるように酸化インジウムスズからなる第1の上部電極37aと第2

の上部電極37bとが形成されている。
【0007】また、前記第1の上部電極37aは、信号電極の第2層34と電気的に接続されている。更に、前記第2の上部電極37bは画素電極39と電気的に接続されている。また、図17に示すように前記下部電極32と第1の上部電極37aとが交差する部分、及び前記下部電極32と第2の上部電極37bとが交差する部分に2つの薄膜ダイオードが形成される。

【0008】次に従来例の配線基板の製造方法について説明する。ガラスからなる絶縁性基板31上にスパッタリング法もしくは化学気相成長法によってタンタルからなる金属層を形成し、この金属層上にフォトリソグラフィ法によってレジストパターンを形成する。その後、このレジストパターンをエッチングマスクとして、ウェットエッチング法もしくはドライエッチング法によって信号電極35と下部電極32を形成する。

【0009】次に前記エッチングマスクを除去し、下部電極32を陽極とする陽極酸化法によって前記下部電極32の表面に五酸化タンタル層からなる絶縁体層33を形成する。更に、全面にスパッタリング法もしくは化学気相成長法によって酸化インジウムスズ（以下ITOと記載）からなる金属層を形成し、この金属層上にフォトリソグラフィ法によってレジストパターンを形成する。

【0010】その後、このレジストパターンをエッチングマスクとして、ウェットエッチング法もしくはドライエッチング法によってパターンニングを行い、第1の上部電極37a、信号電極の第2層34、第2の上部電極37b、及び画素電極39とを形成する。その後、真空中において素子特性の調整のための熱処理を行う。この結

果、バックトゥバック構造を有する液晶表示装置の配線基板を形成することができる。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】液晶表示装置では、大画面化、高精細化などを実現する上で重要な要素として信号電極の低抵抗化がある。信号電極材料の抵抗率が低ければ信号電極を細かく、かつ長とする事が可能であり、これによって液晶表示装置の大画面化、高精細化などを実現できるからである。

【0012】従来の図19に示すようなタンタルからなる信号電極の第1層35とITOからなる信号電極の第2層34とを直接接続する方法では、ITOを真空中において熱処理したときにITOの酸素がタンタルと拡散し、界面にITOの低抵抗化物が生成され、これによって接触抵抗が大きくなり、また着着力も非常に弱くなる。したがって、タンタルがバックアップ配線として電気的に役立たず、機械的強度の点からも、実際には使いものにならない。

【0013】そこで図20に示すように、タンタルからなる信号電極の第1層35とITOからなる信号電極の第2層34とを酸化タンタルからなる絶縁体層34を介して接続する方法が開示されている。この場合は、真流的な低抵抗配線ができず、タンタルからなる信号電極の第1層35はバックアップ配線としては、ほとんど役に立たない。

【0014】特に最近では信号電極の配線抵抗を下げるために、抵抗値の低い窒素ドーパントタンタルを用いることが開示されている。しかしながら、さらに液晶表示装置の大画面化、高精細化などを実現するため、より低抵抗の信号電極と高駆動能力を有する薄膜ダイオードとを備える液晶表示装置の配線基板が必要である。

【0015】本発明の目的は、上記課題を解決し高駆動能力を有する薄膜ダイオードと低抵抗の信号電極とを備える液晶表示装置の配線基板とその製造方法を提供することである。

【0016】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため本発明のうち請求項1記載の発明における配線基板は、絶縁基板上に形成された成膜セルを駆動する薄膜ダイオードを備え、前記絶縁性基板上に配線が形成された液晶表示装置の配線基板であって、信号電極と、前記信号電極から離間し島状の下部電極と下部電極の表面に形成する陽極酸化膜からなる絶縁体層と前記絶縁体層を介して下部電極と重なるように形成する第1の上部電極と第2の上部電極とを有する薄膜ダイオードとを有する配線基板において、前記絶縁性基板側の第1の金属層と前記第1の金属層の上に形成される第2の金属層と前記第2の金属層の上に形成される陽極酸化膜からなる第1の絶縁体層とを有する信号電極を備え、前記第2の金属層と前記第1の絶縁体層とが開口部を有し、かつ前記

開口部における第1の金属層の露出部と前記薄膜ダイオードの第1の上部電極とが接合されていることを特徴とする。

【0017】請求項2記載の発明における配線基板は、請求項1記載の構成を含み、窒素ドーパントからなる信号電極の第1の金属層と、窒素ドーパントからなる薄膜ダイオードの下部電極とを有することを特徴とする。

【0018】請求項3記載の発明における配線基板は、請求項1記載の構成を含み、窒素ドーパントからなる信号電極の第1の金属層と、不純物を含まないタンタルからなる信号電極の第2の金属層と、窒素ドーパントからなる薄膜ダイオードの下部電極とを有することを特徴とする。

【0019】請求項4記載の発明における配線基板は、請求項1記載の構成を含み、窒素ドーパントからなる信号電極の第1の金属層と、不純物を含まないタンタルからなる信号電極の第2の金属層と、窒素ドーパントからなる薄膜ダイオードの下部電極と、前記下部電極の上面に形成する陽極酸化膜からなる第2の絶縁体層と、酸化インジウムスズからなる第1の上部電極と、酸化インジウムスズからなる第2の上部電極とを有することを特徴とする。

【0020】請求項5記載の発明における配線基板の製造方法は、信号電極と、前記信号電極から離間し島状の下部電極と下部電極の表面に形成する陽極酸化膜からなる絶縁体層と前記絶縁体層を介して下部電極と重なるように形成する第1の上部電極と第2の上部電極とを有する薄膜ダイオードとを有する液晶表示装置の配線基板の製造方法において、絶縁性基板上に第1の金属層を形成する工程と、前記第1の金属層の表面に第2の金属層を形成する工程と、前記第1の金属層の表面にフォトリソを形成しフォトリソグラフィ処理によりフォトリソをパターン形成する工程と、パターン形成したフォトリソをエッチングマスクに用いて前記第1の金属層と前記第2の金属層をエッチングする工程と、前記第1の金属層と前記第2の金属層との表面を覆うように陽極酸化法によって陽極酸化膜からなる第1の絶縁体層を形成する工程と、前記第1の絶縁体層の表面にフォトリソを形成しフォトリソグラフィ処理によりフォトリソをパターン形成する工程と、パターン形成したフォトリソをエッチングマスクに用いて前記第1の絶縁体層と前記第2の金属層をエッチングすることによって前記第1の金属層の一部を露出させることによって第1の金属層からなる薄膜ダイオードの下部電極を形成し第1の金属層と開口部を有する第2の金属層と開口部を有する第1の絶縁体層とを構成される信号電極を形成する工程と、前記信号電極の表面にフォトリソを形成しフォトリソグラフィ処理によりフォトリソをパターン形成する工程と、前記下部電極において露出した第

1の金属層の表面に陽極酸化法によって陽極酸化膜からなる第2の絶縁体層を形成する工程と、前記信号電極における露出した第1の金属層と第2の金属層と前記第1の絶縁体層と前記下部電極における前記第1の絶縁体層と前記第2の絶縁体層とを覆うように上部電極材料を形成し、上部電極材料上にフォトリソを形成しフォトリソグラフィ処理によりフォトリソをパターン形成する工程と、パターン形成したフォトリソをエッチングマスクに用いて上部電極材料をエッチングすることによって第1の上部電極と第2の上部電極とを形成するとともに前記信号電極の露出した第1の金属層と前記第1の上部電極とを接続させる工程と、前記薄膜ダイオードの下部電極と前記信号電極とをパターンニングして分離する工程とを有することを特徴とする。

【0021】請求項6記載の発明における配線基板の製造方法は、請求項5記載の構成を含み、前記第1の金属層が窒素ドーパントからなり、第2の金属層が不純物を含まないタンタルからなり、上部電極材料が酸化インジウムスズからなることを特徴とする。

【0022】請求項7記載の発明における配線基板の製造方法は、請求項5、あるいは請求項6の構成を含み、前記第2の絶縁体層を形成する工程の直後に真空中での加熱処理工程を有することを特徴とする。

【0023】(作用)本発明における配線基板の上に形成される信号電極は、従来のタンタル膜を電極材料とする信号電極と比較して、比抵抗を小さくできる。理由を以下に述べる。タンタルの結晶構造は、正方格子立方格子の2種類が知られている。正方格子構造のタンタルは、 $\beta\text{-Ta}$ と呼ばれ、その薄膜の固有抵抗は $170 \sim 200 \mu\Omega/\text{cm}$ である。これに対して、体心立方格子のタンタルは、 $\alpha\text{-Ta}$ と呼ばれ、バルクの固有抵抗は $13 \sim 15 \mu\Omega/\text{cm}$ である。一般に薄膜タンタルは、ほとんどが $\beta\text{-Ta}$ となるが成膜時に炭素の窒素を混入し $\alpha\text{-Ta}$ を形成でき、窒素ドーパントとして知られている。

【0024】この窒素ドーパントの比抵抗は、含まれる窒素が不純物として作用するため、 $60 \mu\Omega/\text{cm}$ 以下にすることは困難である。これに対して、窒素ドーパントを第1の金属層とし、この第1の金属層の上に、不純物を含まないタンタル($\alpha\text{-Ta}$)からなる第2の金属層を層層と2層構造とすることにより、第2の金属層の不純物を含まないタンタルの比抵抗を $25 \mu\Omega/\text{cm}$ 程度に低減できることが知られている。

【0025】しかし、薄膜ダイオードの第1の上部電極の材料である第1の金属層と前記信号電極の第2の金属層の材料である不純物を含まないタンタルを直接接続すると、前記不純物を含まないタンタルの炭素に対する親和力が大きいため、第1の金属層が前記タンタルの方に移動し、前記タンタルと前記ITOとの界面にITOの低抵抗酸化物が形成される。このITOの低抵抗酸化物は、脆い

性質を有し電気抵抗も高い。したがって前記不純物を含まないタンタルからなる信号電極の第2の金属層と前記1TQからなる薄膜ダイオードの第1の上部電極とは、密着力が強く、接触抵抗も大きくなってしまふ。

【0026】これに対して本発明の信号電極の構造は、窒素ドーパントタンタルを第1の金属層とし、この第1の金属層の上に不純物を含まないタンタル(α -Ta)からなる第2の金属層を積層し、更に前記第2の金属層の上に不純物を含まないタンタルと窒素ドーパントタンタルとの陽極酸化膜からなる第1の絶縁体層を形成する。

【0027】更に、前記第1の絶縁体層と前記第2の金属層とに開口部を設け、前記第1の金属層の露出部を形成し、前記露出部と配線基板上に形成する薄膜ダイオードの第1の上部電極とを接続させることによって、信号電極上において、1TQと窒素ドーパントタンタルの直流結合を実現することができる。

【0028】前記窒素ドーパントタンタルの場合、タンタルの格子間に入りこまれた窒素が酸素の拡散を防ぐため1TQ内の酸素が前記窒素ドーパントタンタルの方に移動しにくくなり、前記窒素ドーパントタンタルと前記1TQとの界面に1TQの低酸化物層が形成されることはない。したがって、前記窒素ドーパントタンタルと前記1TQとの密着力を高くし、接触抵抗を小さくすることができ、

【0029】また、前記不純物を含まないタンタルと前記窒素ドーパントタンタルとの陽極酸化膜からなる前記第1の絶縁体層と、前記1TQからなる薄膜ダイオードの第1の上部電極を接続しても、前記陽極酸化膜と前記1TQの界面に1TQの低酸化物層は生成されないため、前記信号電極と前記上部電極との密着力を充分に確保できる。この結果、薄膜ダイオードの第1の上部電極と信号電極との接触抵抗を小さくでき、しかも前記第1の金属層の上に形成する第2の金属層が不純物を含まないタンタル(α -Ta)で低抵抗となるためバックアップ配線として非常に有効となり、配線部の抵抗を低減できる。

【0030】更に、窒素ドーパントタンタルからなる薄膜ダイオードの下部電極の上に形成する第2の陽極酸化膜には、窒素が取り込まれるため、誘電率が小さくなり薄膜ダイオードの非線形性が向上する。また、本発明の基板構造によれば、高温で長時間の熱処理をおこなっても窒素が1TQからの酸素の拡散を抑えるため、配線抵抗を大きくすることはない。したがって、薄膜ダイオードの特性向上のための熱処理を充分に行うことができ、高駆動力を有し、特性変動の小さい薄膜ダイオードを実現することができる。

【0031】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態における配線基板の構造について、図面を参照しながら詳細に説明する。第3図は本発明の実施形態における配線基板の構造を示す模式断面図であり、第1図は第3図のA-A断面形状を示す模式断面図である。また、第2図は第3

図のC-C断面形状を示す模式断面図である。以下第1図、第2図及び第3図を交互に参照して説明する。

【0032】前記配線基板は、図3に示すようにガラスからなる絶縁性基板11の上に、信号電極25が形成され、前記信号電極から離間し窒素ドーパントタンタルからなる下部電極13がワットリックス状に配設され、前記下部電極13と交差するように第1の上部電極17aと第2の上部電極17bが形成され、この交差する部分にそれぞれ薄膜ダイオードが形成されている。更に前記第2の上部電極17bは画素電極19と電気的に接続されている。

【0033】また、図1と図2に示すように、前記下部電極13の側面には五酸化タンタル膜(Ta₂O₅)からなる第1の絶縁体層15aが形成され、前記下部電極13の上面には五酸化タンタル膜(Ta₂O₅)からなる第2の絶縁体層15bが形成されている。さらに前記第2の絶縁体層15bの上に酸化インジウムスズ(以下1TQと記載)からなる第1の上部電極17aと第2の上部電極17bが形成され前述の2個の薄膜ダイオードが形成されている。

【0034】一方、前記信号電極25は、窒素ドーパントタンタルからなる第1の金属層25aと開口部20を有し不純物を含まないタンタルからなる第2の金属層25bとの2層構造からなり、前記開口部20において前記薄膜ダイオードの第1の上部電極17aと前記信号電極の第1の金属層25aの露出部23とが接続するように構成されている。

【0035】この第1図に示す本発明の配線基板の構造を得るための製造方法につき説明する。図4から図10は本発明の実施形態における配線基板の製造方法を説明するための工程断面図であって、図3におけるA-A断面を示し、図11と図12は図3におけるC-C断面を示す。また、図13と図14は製造方法を説明するための工程平面図である。

【0036】はじめに図4に示すように、ガラスからなる絶縁性基板11上にスパッタリング法により以下に記載の条件で、窒素ドーパントタンタルからなる第1の金属層21を厚さ100nmで形成する。

導入ガス：Ar、N₂

全圧：6mtorr

N₂分圧：0.3mtorr

加熱温度：300℃

投入電力密度：3.9W/cm²

【0037】続いて同一真空室内で以下に記載の条件により不純物を含まないタンタルからなる第2の金属層22を厚さ100nmで形成する。

導入ガス：Ar

全圧：6mtorr

加熱温度：300℃

投入電力密度：3.9W/cm²

この結果、第2の金属層22は、 α -Ti層となる。

【0038】つきに、ボジ型のフォトリソを第2の金属層22上の全面に、回転塗布法により形成し、フォトリソマスクを用いて露光処理と、現像処理とのフォトリソグラフィ処理を行いフォトレジストのパターンニングを行って、フォトレジストを図5に示すような下部電極13と信号電極25のパターン形状に形成し、これをエッチングマスク18とする。

【0039】その後、平行平板型電極構造を有するエッチング装置のエッチングチャンバー内にエッチングガスとして、六フッ化イオウを100 sccmとヘリウムを100 sccmと酸素を50 sccmとの流量で導入し、エッチングチャンバー内圧力を200 mtorrに保ち、投入高周波電力密度を、 3 W/cm^2 とし、エッチングマスク18を用いて、第1の金属層21と第2の金属層22をエッチングして、薄膜ダイオードの下部電極13と信号電極25との形状にパターンニングする。この平面パターン形状は図5に示すように、信号電極25からL字状に突き出すように下部電極13を形成している。

【0040】その後、エッチングマスク18を、100℃の硫酸と過酸化水素との混合溶液を用いる湿式剥離法により除去する。

【0041】つきに、図6に示すように、クエン酸0.1%水溶液で3.5Vの電圧で第1の金属層21と第2の金属層22を陽極酸化し、これらの表面に五酸化タンタル膜(Ta_2O_5)からなる第1の絶縁体層15、16を厚さ70 nm形成する。なおクエン酸0.1%水溶液のほかに、副酸アンモニウム0.1%水溶液、焼酸0.01%水溶液、焼酸アンモニウム0.01%水溶液のいずれでもよい。

【0042】つきに図7に示すようにボジ型のフォトレジストを全面に、回転塗布法により形成し、フォトリソマスクを用いて露光処理と、現像処理とのフォトリソグラフィ処理を行いフォトレジストのパターンニングを行い、これをエッチングマスク26とする。

【0043】その後、平行平板型電極構造を有するエッチング装置のエッチングチャンバー内にエッチングガスとして、四フッ化炭素(CF_4)を100 sccmと酸素を50 sccmとの流量で導入し、エッチングチャンバー内圧力を500 mtorrに保ち、投入高周波電力密度を、 1 W/cm^2 とし、基板温度を100℃に保ち、エッチングマスク26を用いて、前記第1の絶縁体層15、16の一部と下部電極の第2の金属層13bの全部と信号電極の第2の金属層25bの一部をエッチングして、図8に示すように薄膜ダイオードの下部電極13と信号電極25とを形成する。

【0044】前記信号電極25の断面形状は、図8に示すように第1の金属層25aと第2の金属層25bと前記第1の絶縁体層16とによって形成され、前記第2の

金属層25b及び前記第1の絶縁体層16には開口部20が形成される。前記開口部20において信号電極の第1の金属層25aの露出部23が形成される。前記開口部20の平面形状は図13に示す。

【0045】また、このエッチング処理においては、図7に示す第2の金属層25bの一部と第2の金属層13bの全部を除去して、図8に示すように、第1の金属層25aの一部と、第1の金属層13aとを露出させ、露出部23と下部電極13を形成するように、エッチング処理時間を設定する。この時、前記エッチング処理条件を採用することによって、第1の金属層の材料である窒素ドーパントと第2の金属層の材料である不純物を含まないタンタルとの選択比を1:2以上にすることができ、したがって、第1の金属層25a、第1の金属層13aを露出させ、かつ残すようなエッチング処理時間の設定が容易にできる。

【0046】その後、エッチングマスク18を、100℃の硫酸と過酸化水素との混合溶液を用いる湿式剥離法により除去する。

【0047】つきに図9に示すようにボジ型のフォトレジストを全面に、回転塗布法により形成し、フォトリソマスクを用いて露光処理と、現像処理とのフォトリソグラフィ処理を行いフォトレジストのパターンニングを行い、信号電極の表面を露出フォトレジスト27を形成する。

【0048】つきに、クエン酸0.1%水溶液で1.2Vの電圧で下部電極13の上面を陽極酸化し、これらの表面に五酸化タンタル膜(Ta_2O_5)からなる第2の絶縁体層15bを厚さ24 nm形成する。なおクエン酸0.1%水溶液のほかに、副酸アンモニウム0.01%水溶液、焼酸0.01%水溶液、焼酸アンモニウム0.01%水溶液のいずれでもよい。

【0049】その後、フォトレジスト27を、100℃の硫酸と過酸化水素との混合溶液を用いる湿式剥離法により除去する。

【0050】その後、真空中で加熱処理を行う。この時の加熱処理条件は真空度が0.01 mtorr以下、温度が400℃〜500℃、時間が60分から240分である。

【0051】つきに図10、及び図11に示すように、酸化インジウムスズ(ITO)からなる第3の金属層17を、以下に記載する条件でスパッタリング法により厚さ100 nm形成する。導入ガス: Ar, O₂

全圧: 9 mtorr

O₂分圧: 0.05 mtorr

投入電力密度: 3 W/cm^2 / 200℃。

【0052】つきにITOを低抵抗化するために真空中で加熱処理を行う。このときの加熱処理条件は、真空度が0.01 mtorr以下、温度が350℃〜400℃、時間が120分〜180分である。

【0053】つきにフォトレジストを回転塗布法によって第3の金属層17上の全面に形成し、フォトマスクを用いて露光処理と、現像処理とのフォトリソグラフィ処理を行い、フォトレジストを第1の上部電極17aと第2の上部電極17bとの形状にパターン形成し、エッチングマスク14を形成する。

【0054】つきに、第3の金属層17をエッチングマスク14を用いて、パターンニングして図12、図13に示すように第1の上部電極17a、第2の上部電極17b及び側素電極19を形成する。この第3の金属層17のエッチング処理は、塩化第二鉄と塩酸との混合液を使用する湿式エッチング処理により行う。

【0055】その後、エッチングマスク14として用いたフォトレジストを、有機アルカリ系の剥離液（S-10）を用いる湿式剥離法により除去する。

【0056】その後、図12の断面図に示すように、基板11の全面に酸化タンタルからなる保護膜24を基板上に記載する条件でスパッタリング法により厚さ110nm形成する。

導入ガス：Ar、O₂

全圧：5mtorr

O₂分圧：0.14mtorr

投入電力密度：3.3W/cm²

【0057】この保護膜24は、薄膜ダイオード素子形成する基板11の信号電極25と側素電極19と、この基板11に対向する対向基板の電圧電極（図示せず）との基板間ショートの原因を防止することを目的として形成している。

【0058】その後、全面にフォトレジストを回転塗布法により形成し、フォトマスクを用いて露光処理と、現像処理とのフォトリソグラフィ処理を行いフォトレジストのパターンニングを行って、フォトレジストを切断部29が開口するようにパターン形成し、エッチングマスク28を製作する。

【0059】この切断部29は、図14に示すように、信号電極25から1.5μmに突き出している下部電極13の屈曲部に位置するようにパターン形成する。

【0060】その後、エッチングマスク28を用いて、平行平板型電極構造のエッチング装置のエッチングチャンバー内に、六フッ化イオウを300sccmとヘリウムを100sccmと酸素を200sccmとの流量でエッチングチャンバー内に導入し、圧力を70mtorrに保ち、さらに投入高周波電力密度を0.5W/cm²として、エッチングマスク28を用いて保護膜24である酸化タンタルをパターンニングする。

【0061】引き続き、切断部29の領域の種膜酸化膜15a、15bと下部電極13とをエッチング除去する。この結果、信号電極25から分離し、鳥状のパターン形状の下部電極13をパターン形成することができ

【0062】つきに、前記エッチング装置のエッチングチャンバー内に、六フッ化イオウを100sccmとヘリウムを200sccmと酸素を200sccmとの流量でエッチングチャンバー内に導入し、圧力を200mtorrに保ち、さらに投入高周波電力密度を0.3W/cm²として、エッチング処理を行う。

【0063】その後、エッチングマスク28として用いたフォトレジストを、有機アルカリ系の剥離液（S-10）を用いる湿式剥離法により除去する。

【0064】この結果、図1に示すように、第1の金属層25aと第2の金属層25bと第1の絶縁体層16aからなり、前記信号電極の第2の金属層25bと第1絶縁体層16aの開口部20と、前記開口部20における第1の金属層の露出部23を有する信号電極25を形成することができ、また、図2に示すように窒素ドーパントからなる下部電極13と、五酸化タンタル膜（Ta₂O₅）からなる種膜酸化膜15a、15bと、1TO膜からなる上部電極17a、17bを有し、しかも信号電極25と側素電極19との間に2つの薄膜ダイオードからなるバックトバックダイオードを形成することができる。

【0065】更に、前記信号電極の第2の金属層25bと第1絶縁体層の開口部20における窒素ドーパントからなる第1の金属層の露出部23と、1TOからなる種膜ダイオードの第1の上部電極17aとを接続することで窒素ドーパントと1TOとが直流結合され接点抵抗を小さくすることができ、また、両者の界面には1TOの低酸化膜物が形成されないため、密着性も大きくなる。

【0066】また、不純物を含まないタンタルからなる前記信号電極の第2の金属層25bと前記第1の上部電極17aとは、前記開口部20の側壁のごく一部を除いて、前記第1の絶縁体層を介して接続される。この時、両者は電気的には絶縁状態であるが、五酸化タンタル膜（Ta₂O₅）からなる前記第1の絶縁体層と、1TOからなる前記第1の上部電極17aとは機械的な密着強度が非常に高い、したがって前記第1の上部電極17aが信号電極と判断することはない。

【0067】なお、窒素ドーパントと1TOとの接点抵抗と、窒素ドーパントの成膜条件との間には相関関係がみられる。これについては、発明者が行った実験の結果を図18に示す。本実施形態においては、実験の結果から薄膜ダイオードのI-V特性が所定の値となる範囲で接点抵抗が最も低くなるように、窒素ドーパント成膜時の窒素ガス分圧を0.3mtorrとした。

【0068】また、前記信号電極25の窒素ドーパントからなる第1の金属層25aの上には形成される第2の金属層25bは不純物を含まないタンタル（α-Ta）で形成されるため、低抵抗なリバックアップ電極

として非常に有効に作用し、信号電極の比抵抗を低減することができる。

【0069】以上説明したように本実施形態における製造方法により形成した薄膜ダイオードは図15に示すように、従来の薄膜ダイオードに比較して電流-電圧特性が向上している。さらに、本実施形態における製造方法により形成した配線基板を液晶表示パネルに採用し、実際の画像表示を行った。その結果は、従来技術により形成した液晶表示パネルと比較して、その表示品質に明らかな差があった。

【0070】なお本実施形態においては、第3の金属層の材料としてITOを使用する例で説明したが、ITO以外にも In_2O_3 、 ZnO 、 SnO_2 を採用した場合、あるいは In_2O_3 、 SnO_2 、 Al_2O_3 のうちいずれか一種をドーピングした ZnO を採用した場合、あるいは ZnO をドーピングした In_2O_3 を採用しても、以上の説明と同じ効果を得られることを発明者らは実験によって確認している。

【0071】また、第2の金属層の材料として、不純物を含まないタンタルを使用する例で説明したが、不純物を含まないタンタル以外にもMo-Ta、窒素を微量に含むタンタル、タンガステンドープタンタルを採用しても、以上の説明と同じ効果を得られることを発明者らは実験によって確認している。

【0072】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように本発明によれば、信号電極と薄膜ダイオードの第1の上部電極との接触抵抗を低減することによって、配線部の電気抵抗を低減することができる。また、信号電極と薄膜ダイオードの第1の上部電極との接点において、両者の界面にITOの低抵抗酸化物がほとんど形成されないため、密着力も大きくなる。

【0073】さらに配線基板の製造工程において、ITOからなる薄膜ダイオードの第1の上部電極の形成後に真空加熱処理を行っても、前記両者の界面にITOの低抵抗酸化物がほとんど形成されないため、素子特性を向上するために最適な条件で真空加熱処理を行うことができる。この結果、薄膜ダイオードの良好な電気的特性と信号電極の低抵抗化との両立が可能となる。したがって大面積でしかも表示品質の高い液晶表示装置の配線基板を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態における配線基板を示す模式図であって、図3におけるA-A断面を示す模式拡大図である。

【図2】本発明の実施形態における配線基板を示す模式図であって、図3におけるC-C断面を示す模式拡大図である。

【図3】本発明の実施形態における配線基板を示す模式拡大平面図である。

【図4】本発明の実施形態における配線基板の製造工程を示す模式断面図である。

【図5】本発明の実施形態における配線基板の製造工程を示す模式平面図である。

【図6】本発明の実施形態における配線基板の製造工程を示す模式断面図である。

【図7】本発明の実施形態における配線基板の製造工程を示す模式断面図である。

【図8】本発明の実施形態における配線基板の製造工程を示す模式断面図である。

【図9】本発明の実施形態における配線基板の製造工程を示す模式断面図である。

【図10】本発明の実施形態における配線基板の製造工程を示す模式断面図である。

【図11】本発明の実施形態における配線基板の製造工程を示す模式断面図である。

【図12】本発明の実施形態における配線基板の製造工程を示す模式断面図である。

【図13】本発明の実施形態における配線基板の製造工程を示す模式平面図である。

【図14】本発明の実施形態における配線基板の製造工程を示す模式平面図である。

【図15】本発明の配線基板を用いた液晶表示素子のB-T特性を示すグラフである。

【図16】本発明の配線基板を用いた信号線の接触抵抗を示すグラフである。

【図17】従来技術における配線基板を示す平面図である。

【図18】図17におけるE-E断面を示す模式拡大図である。

【図19】図17におけるD-D断面を示す模式拡大図である。

【図20】図17におけるD-D断面を示す模式拡大図である。

【符号の説明】

11 基板

13 下部電極

13a 下部電極の第1の金属層

13b 下部電極の第2の金属層

15 第1の絶縁体層

15a 第1の絶縁体層

15b 第2の絶縁体層

16 第1の絶縁体層

17 第3の金属層

17a 第1の上部電極

17b 第2の上部電極

20 第2の金属層の開口部

21 第1の金属層

22 第2の金属層

23 第1の金属層の露出部

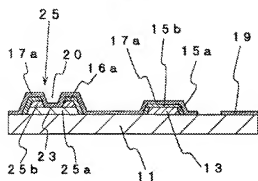
25 信号電極

* 25 b 第2の金属層

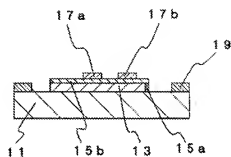
25 a 第1の金属層

*

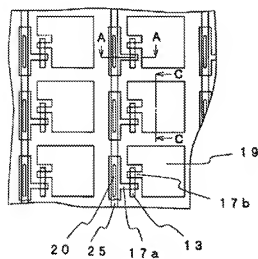
【図1】



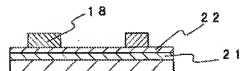
【図2】



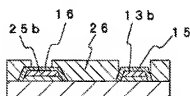
【図3】



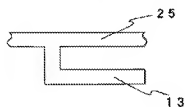
【図4】



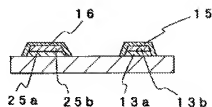
【図7】



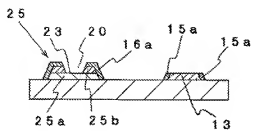
【図5】



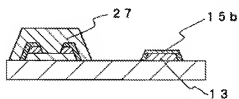
【図6】



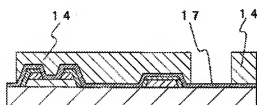
【図8】



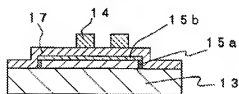
【図9】



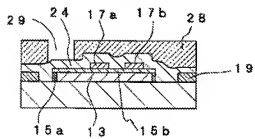
【図10】



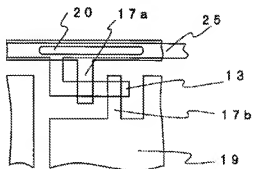
【図11】



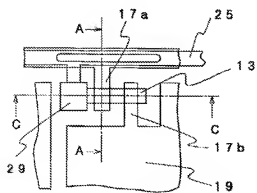
【図12】



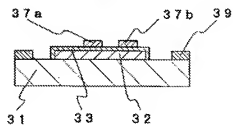
【図13】



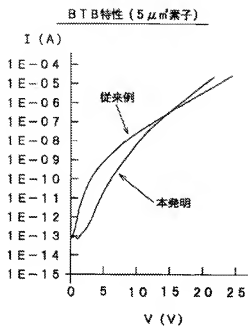
【図14】



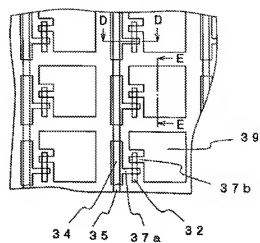
【図18】



【図15】

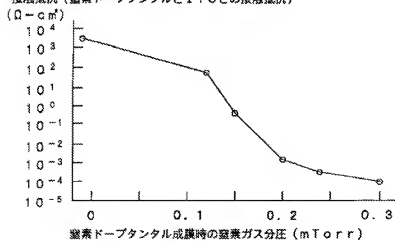


【図17】

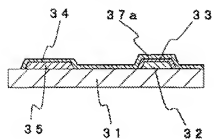


【図18】

接触抵抗 (窒素ドーパントタルとITOとの接触抵抗)



【圖19】



【圖20】

